

유헬스케어 기반의 위험상황 알림 시스템

박병돈 · 유동균 · 정희경*

Danger Situations Alert System based U-Healthcare

Byungdon Park · Donggyun Yu · Hoekyung Jung*

Department of Computer Engineering, Paichai University, Daejeon 35345, Korea

요 약

최근 건강에 대한 관심이 증가함에 따라 사용자의 생체정보를 측정할 수 있는 스마트 워치와 스마트 밴드 등 다양한 웨어러블 디바이스(Wearable Device)들이 연구되고 있다. 그러나 기존의 웨어러블 디바이스들은 측정된 생체정보를 단순 모니터링이나 질병 예방법, 운동량 등을 제공하는 형태로만 서비스하고 있어 실제 사용자가 위험상황이 발생할 경우에 대한 대처는 미흡한 실정이다. 이에 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 위험상황 알림 시스템을 제안한다. 아두이노를 통해 가속도 센서와 심박 센서로 측정된 생체정보를 실시간으로 어플리케이션에 전송하고 센서 우선순위 측정과 위험상황 식별 알고리즘을 통해 위험상황을 식별한 후 위험상황이 발생하면 보호자에게 사용자의 현재 위치를 알림 메시지를 전송한다. 이에 따라 보호가 필요한 사용자에게 위험한 상황이 발생하면 신속하게 대처할 수 있을 것으로 사료된다.

ABSTRACT

Recently, as interest in health increases, various wearable devices such as smart watch and smart band which can measure user's biometric information are being studied. Conventional wearable devices service the measured biometric information in a form that provides simple monitoring, disease prevention, and exercise amount. However, the user is Lack to deal with the dangerous situation. In this paper, we propose a hazard notification system to address these problems. The biometric information measured by the acceleration sensor and the heart rate sensor is transmitted to the application through the Arduino in real time. It identifies the risk situation through sensor priority measurement and risk situation identification algorithm. If a dangerous situation occurs, a notification message is sent to the guardian indicating the current location of the user. Therefore, it can be expected that if a dangerous situation occurs to a user who needs protection, he can respond promptly.

키워드 : 센서, 우선순위, 위험상황 알림, 웨어러블, Healthcare

Key word : Sensor, Priority, Danger Situation Alert, Wearable, Healthcare

Received 11 October 2016, Revised 14 October 2016, Accepted 09 November 2016

* Corresponding Author Hoekyung Jung(E-mail:hkjung@pcu.ac.kr, Tel:+82-42-520-5640)

Department of Computer Engineering, Paichai University, Daejeon 35345, Korea

Open Access <http://doi.org/10.6109/jkice.2017.21.1.193>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

최근 세계 각국의 경제적 성장과 함께 건강한 삶에 대한 관심이 증가함에 따라 U-Healthcare 산업이 활성화 되고 있는 실정이다[1,2]. 또한 웨어러블의 등장으로 사용자의 생체정보를 측정해 피트니스, 웰빙, 헬스케어 등 다양한 분야에서 사용자에게 의료 관련 서비스를 제공하는 연구도 활발히 진행되고 있다[3,4]. 이에 따라 사용자는 유비쿼터스(Ubiquitous) 환경에서 언제 어디서나 시간적, 공간적 제약을 받지 않고 생체정보를 측정하여 해당 데이터를 보호자나 의료진에게 전송함으로써 개인 맞춤형 의료서비스를 제공 받는다[5,6]. 이에 반해 기존 시스템은 사용자의 위험상황을 식별하기 위해 다양한 생체정보를 측정하는 센서들을 활용하였지만 측정된 센서 값을 융합한 임계값이 아닌 각각의 임계값을 설정하여 위험상황을 식별하기 때문에 사용자가 운동으로 인해 심박수가 높아지는 경우도 심박이상으로 식별하거나 움직임은 높음에 심박수가 낮아지는 경우는 위험상황이라고 식별하지 않는 단점이 있다.

이를 해결하기 위해 본 논문에서는 위험상황 알림 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 아두이노(Arduino)에 가속도 센서와 심박 센서를 부착하고 각 센서 별로 움직임과 심박수를 융합한 임계값을 설정하였다. 이를 위해 사용자가 움직임이 낮을 경우에 심박수의 변화, 사용자가 움직임이 높을 경우에 심박수의 변화를 시나리오로 적용하였다. 이러한 시나리오를 통해 사용자의 상태에 따라 우선적으로 임계값을 벗어나는 데이터가 발생하면 다음 센서의 임계값과 비교하여 위험상황을 식별한다. 또한 위험상황 식별 시 사용자의 현재 위치를 측정하여 해당하는 보호자에게 위치에 대한 정보를 전송하는 알림 시스템이다.

II. 위험상황 식별 시스템 설계

본 시스템의 목적은 사용자가 예상치 못한 위험상황이 발생했을 때 보호자가 신속하게 대처할 수 있도록 알림 메시지를 제공하는 시스템이다. 제안하는 위험상황 식별 시스템은 웨어러블 디바이스에서 측정된 사용자의 센서 데이터를 어플리케이션에서 사용자의 상태를 파악하기 위한 알고리즘과 데이터베이스의 처리 명

령을 통해 위험상황을 식별 가능하도록 설계하였다. 그림 1은 제안하는 위험상황 식별 시스템의 구성도이다.

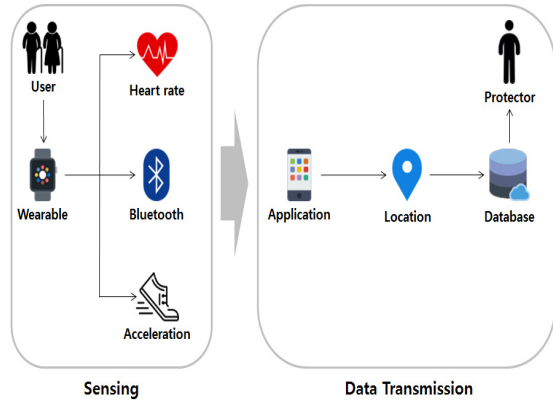


Fig. 1 Danger Situation System Block Diagram

사용자는 어플리케이션을 통해 센서 데이터를 모니터링하고 위험상황을 식별한다. 위험상황 식별 시 위치 정보를 데이터베이스에 적재함과 동시에 보호자에게 알려준다. 그림 2는 위험상황 식별 시스템의 구조를 나타낸다.

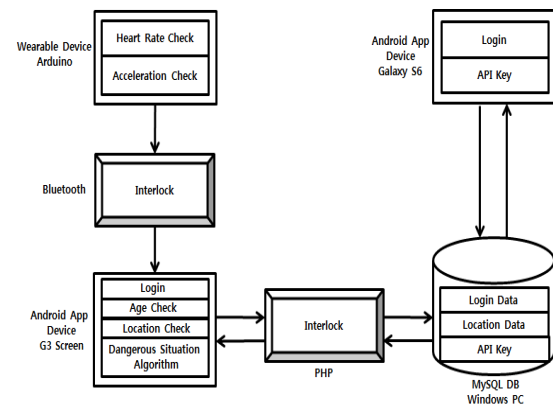


Fig. 2 Danger Situation System Architecture

아두이노에서는 사용자의 심박수와 가속도를 1초마다 측정하여 블루투스 센서를 통해 실시간으로 사용자 어플리케이션에 전송한다. 사용자 어플리케이션에는 회원가입을 통해 사용자의 나이를 입력하고 로그인을 기반으로 사용자를 구분한다. 또한 위험상황 알고리즘을 통해 사용자의 상태를 식별하고 위험상황 발생

시 현재 위치를 측정한다. 데이터베이스에는 사용자의 로그인 데이터와 현재 위치, 푸시 팝업 메시지를 전송받기 위한 보호자 API Key가 저장되어 있다. 보호자 어플리케이션에서는 사용자가 위험상황이 발생할 경우 지정된 API Key를 활용하여 GCM(Google Cloud Messaging) 서버에서 사용자의 현재 위치를 전송 받을 수 있다. 그림 3은 위험상황 식별 알고리즘을 나타낸다.

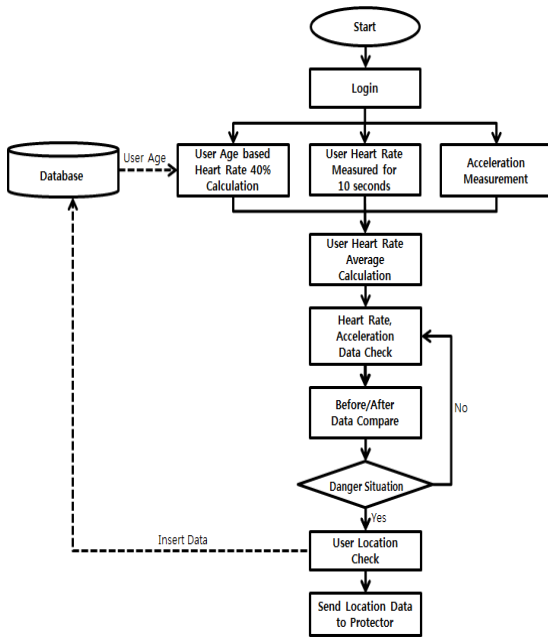


Fig. 3 Danger Situation Discerning Algorithm

사용자가 로그인을 하게 되면 데이터베이스에서 사용자의 정보와 동일한 나이 값을 가져와 수식을 통해 심박수의 40%를 계산하고 사용자의 휴식기 심박수를 10초간 측정하고 평균을 내어 사용자마다 다른 임계값을 부여한다. 그 후 전에 측정된 값과 후에 측정된 값을 비교하여 일정 수치 이상 우선적으로 임계값을 벗어나는 센서 데이터가 발생하면 다음 센서 임계값을 비교한다. 그 후 현재 위치를 측정하고 그 값은 데이터베이스에 저장되며 보호자에게 사용자 위치에 대한 정보를 전송한다.

표 1은 심박 센서와 가속도 센서로 측정된 생체정보에 대한 사용자의 상태를 정리한 것이다. 심박수와 가속도를 동시에 측정하다가 우선적으로 임계값을 벗어나는 센서 데이터가 발생하면 그 다음 센서를 측정하여

위험상황을 식별한다. 이를 위해 가속도 센서를 통해 움직임이 없을 경우, 운동을 하는 경우, 운동 시 넘어지는 경우를 실험하였으며 넘어짐이 발생하는 경우 가속도의 변화가 20,000이상으로 측정되었다. 또한 심박수의 경우 최대 심박수의 60% 이하인 저강도, 60%에서 70% 이하인 중강도, 80% 이상인 고강도를 나누어서 운동 강도에 따른 심박수의 임계값을 설정하였다.

Table. 1 Users Biological Signal Status

Situation	Heart Rate	Acceleration
1	High(70%)	High(20,000)
2	High(80%)	Low(15,000)
3	Low(40%)	High(20,000)
4	Low(40%)	Low(5,000)

Situation 1은 심박수와 가속도가 High인 상태이다. 심박수는 사용자의 최대심박수가 70% 이상인 경우 High이며 가속도는 1초 전에 측정된 값과 비교하여 움직임의 변화가 20,000 이상 발생하면 갑작스런 가속도 변화로 사용자가 낙상이나 넘어지는 상황이며 위험상황으로 식별한다. 사용자가 운동을 하고 있는 경우에는 심박수와 가속도가 High일 수 있는데 심박수가 높아진 상황에 준하는 움직임을 발생하여 움직임이 크게 변하지 않으므로 위험상황이라고 식별하지 않는다.

Situation 2는 심박수는 High면서 가속도는 Low인 상황이며 심박수의 임계값이 우선적으로 벗어나는 상황이다. 심리적인 불안상태나 스트레스, 앓고 있는 병으로 인해 최대심박수가 80%이상 증가하였는데 가속도의 변화는 낮으므로 위험상황이라고 식별한다.

Situation 3은 심박수가 Low이면서 가속도가 High인 상황이다. 사용자가 운동이나 갑작스런 움직임으로 가속도는 증가한 반면 심박수는 낮은 상태이며 가속도의 임계값이 우선적으로 벗어나는 상황이다. 즉 사용자가 활동적인 움직임을 발생하고 있을 때 갑작스런 심박수에 이상이 발생한 상황이며 위험상황으로 식별한다.

Situation 4는 심박수와 가속도가 Low인 상황이며 심박수가 낮은 만큼 움직임의 변화가 없기 때문에 위험상황이라고 식별하지 않는다. 하지만 심장이상으로 인해 심박수와 가속도가 급격히 낮아지는 경우는 위험상황이라고 식별한다.

III. 시스템 구현

본 장에서는 제안하는 사용자의 위험상황을 식별하는 시스템의 구현을 다룬다. 또한 실험과 고찰을 통해 제안하는 시스템의 효율성을 검증한다. 이에 따른 시스템 구현환경은 표 2와 같다.

Table. 2 Development Environment from Machine

Type	Composition
Tools	Edit Plus, Arduino Sketch, Eclipse, APM Setup7
PC	Window 7 Enterprise K 64bit Intel i5-4460, 8GB RAM
Sensor	Acceleration, Heart Rate, Bluetooth
Device	Arduino Uno, Bread Board

본 실험에서 사용한 모바일 기기는 G3 Screen이고 아두이노 Uno와 아두이노에 부착되는 가속도, 심박 센서, Bluetooth Module을 활용하였다. PC는 Windows 운영체제로서 CPU는 Intel i5-4460, RAM은 8GB를 사용하였다. 연동부분은 APM Setup을 활용해서 PHP로 통신하여 구현하였다.

사용자 어플리케이션은 아두이노에서 측정된 사용자의 생체정보를 수신 받아 위험상황 식별 알고리즘을 통해 사용자 상태를 식별하기 위한 중요 모듈이다. 해당 어플리케이션은 아두이노에서 1초마다 측정된 가속도와 심박수의 변화량을 모니터링 할 수 있다. 또한 스마트폰 GPS 센서를 통해 사용자의 현재 위치를 측정하여 보호자 어플리케이션으로 알림 메시지를 전송한다.



Fig. 4 Danger Situation Discerning Algorithm

메인페이지에서 Join 버튼을 클릭하게 되면 회원가입 페이지로 넘어가 사용자의 이메일, 이름, 비밀번호, 나이, 보호자 전화번호, 성별을 입력하고 가입하기 버튼을 클릭하게 되면 데이터베이스에 입력한 정보가 저장된다. 또한 나이 정보는 로그인 시 사용자의 휴식기 심박수 평균을 구하는데 활용된다. 아이디와 비밀번호 입력 후 로그인을 버튼을 클릭하게 되면 데이터베이스에 저장되어 있는 사용자 정보와 비교하여 일치하면 로그인을 진행 한다. 그림 4는 메인페이지와 회원가입 페이지를 나타낸다.

그림 5의 센서 측정값 페이지는 사용자가 로그인을 하게 되면 사용자의 가속도와 심박수를 모니터링 할 수 있고 10초간의 휴식기 심박수를 측정한 평균값과 회원가입에서 입력했던 나이를 데이터베이스에서 수신 받아 휴식기 심박수 평균값을 토스트 메시지로 제공한다.

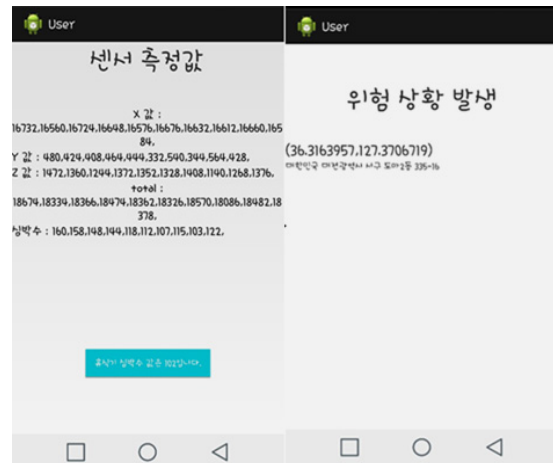


Fig. 5 Monitoring Sensor Values & Location page

그림 5의 위험 상황 발생 페이지는 사용자가 낙상이나 넘어짐으로 인한 임계값을 벗어나는 위험상황이 발생하면 사용자 어플리케이션에서는 스마트폰에 내장된 GPS 센서를 통해 사용자의 위도, 경도 값을 측정함과 동시에 한글 주소로 변환하여 데이터베이스에 저장한다. 그림 6은 보호자 어플리케이션 푸시 팝업 메시지를 나타낸다. 그림 6은 보호자 어플리케이션 화면으로 사용자의 어플리케이션에서 위험상황 발생 시 보호자 어플리케이션으로 한글로 변환된 사용자의 현재 주소를 GCM서버를 통해 푸시 팝업 메시지로 제공한다.



Fig. 6 Push Popup Message

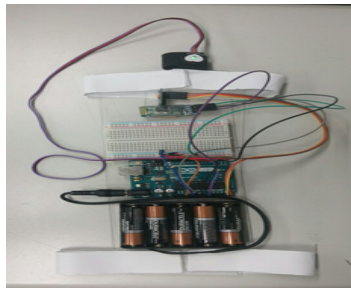


Fig. 7 User Biological Measure Wearable Device

그림 7은 사용자 생체 정보 측정 웨어러블 디바이스이다. 아두이노에 움직임을 측정하는 가속도 센서와 사용자의 심박수를 측정하는 심박 센서 또한 측정된 생체 정보를 어플리케이션으로 전송하기 위한 블루투스 센서를 장착하고 전원공급을 위한 배터리를 장착하여 구현하였다.

IV. 유사연구 비교분석

표 3은 기존 시스템 비교분석을 표로 나타낸 것이다. 시스템 A는 위험상황 모니터링 시스템이며 사용자의 생체정보를 측정하여 모니터링하고 알고리즘으로 위험상황을 식별한다. 가속도, 기울기, 심박 등 다양한 센서들을 활용하여 생체정보를 측정하지만 센서 각각의 임계값으로만 위험상황을 식별하여 정확도가 낮다. 또한 위험상황 시에 지정된 보호자에게 전화 연결을 하지만 보호자가 말을 할 수 없는 상태이면 위치를 알 수 없기 때문에 대처가 힘든 단점이 있다.

시스템 B는 시중에 판매되고 있는 웨어러블 디바이스와 스마트폰의 센서를 활용한 시스템이다. 위험상황 식별에 대한 상황을 몸부림, 반항 등 동작으로 움직임과 심박수의 변화를 실험하였지만 심박수의 경우 일반적인 성인의 평균 심박수를 임계값으로 설정하여 사용자의 특성을 고려하지 않은 문제점이 있다.

이에 반해 제안하는 시스템은 위험상황 식별 정확도를 위해 사용자의 신체정보를 활용하여 심박수의 임계값을 설정하였다. 또한 측정되는 센서 값을 융합하여 우선순위에 따른 위험상황을 식별하기 때문에 기존 각각의 센서로 위험상황을 식별하는 시스템에 비해 다양하게 위험상황을 식별할 수 있다.

Table. 3 System Comparative Analysis

System Type	Description
System A	Does not Provide the User's Current Location. It is not a Fusion of the Measured Sensor Values.
System B	Operate within the Thresholds set by the Developer.
Development System	Priority Measure for Variety Situations. Each User can set Different Thresholds.

V. 결론

기존의 웨어러블 시스템은 디바이스를 통해 사용자의 생체정보를 측정하여 위험상황을 식별하지만 개발자가 설정한 센서 각각의 임계값으로 위험상황을 식별하여 일반적인 상황에서만 식별이 가능하다.

이러한 기존 시스템들의 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 위험상황을 식별하는 시스템을 제안하였다. 본 시스템은 가속도 센서와 심박 센서를 통해 측정된 데이터를 근거리 통신을 활용하여 어플리케이션으로 전송한다. 측정된 데이터는 사용자의 신체정보와 융합하여 심박수에 대한 임계값을 사용자마다 다르게 설정하도록 설계하였고 센서 우선순위 측정으로 가속도와 융합하여 위험상황을 식별하도록 구현하였다. 또한 위험상황이 발생하면 사용자의 현재 위치를 푸시팝업 메시지로 전송하는데 측정된 위도, 경도 값을 한글 주소로 변환하여 보호자가 쉽게 알아볼 수 있

도록 하였다. 이를 통해 움직임에 대한 임계값을 설정 하였다.

향후 연구로는 본 논문에서 제안하는 시스템을 시중에서 판매중인 웨어러블 디바이스에서도 전부 적용할 수 있도록 소형화에 대한 연구를 수행해야 할 것이다. 이로 인해 보호가 필요한 사용자들을 관리하는데 있어 효율적인 환경을 구축할 수 있을 것으로 사료된다.

ACKNOWLEDGMENTS

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(No. 2014R1A1A2059842)

This work was supported by the research grant of Pai Chai University in 2016.

REFERENCES

- [1] A. S. Oh, "A Study on Home Healthcare Convergence for IEEE 11073 Standard," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 19, no. 2, pp. 422-427, Feb. 2015.
- [2] Y. J. Lee, J. H. Lee, J. Y. Nah, "Older Adults' Experience of Smart-home Healthcare System," *The Journal of the Korea Contents Association*, vol. 15, no. 5, pp. 414-425, May 2015.
- [3] J. M. Hwang, B. G. Nam, "Trends and Prospects in wearable operating system," *Journal of the Electronic Engineering Society*, vol. 42, no. 6, pp. 46-55, June 2015.
- [4] J. H. Yoo, "The IoT Implementation Technology for E-Health Device Connection", *The Journal of Korea Institute of Information, Electronics, and Communication Technology*, vol. 8, no. 5, pp. 394-399, 2015.
- [5] S. M. Yoon, M. H. Lee, "Present and Future of Life Appliance-based health care system," *Journal of the Korean Institute of Communication Sciences*, vol. 31, no. 12, pp. 31-37, Nov. 2014.
- [6] P. S. Jeong, H. G. Kim, Y. H. Cho, "A Study on MAC Protocol Design for Mobile Healthcare," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 19, no. 2, pp. 323-335, Feb. 2015.



박병돈(Byungdon Park)

1985년 충남대학교 전자교육공학과(공학사)
2007년 충남대학교 정보통신공학과(공학석사)
2016년 ~ 배재대학교 컴퓨터공학과(박사과정)
※관심분야 : IoT, 네트워크



유동균(Donggyun Yu)

2016년 배재대학교 컴퓨터공학과(공학사)
2016년 ~ 현재 배재대학교 컴퓨터공학과 석사과정
※관심분야 : IoT, Sensor Network, U-Healthcare, Wearable



정회경(Hoekyung Jung)

1985년 광운대학교 컴퓨터공학과(공학사)
1987년 광운대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
1993년 광운대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
1994년 ~ 현재 배재대학교 컴퓨터공학과 교수
※관심분야 : 멀티미디어 문서정보처리, U-Healthcare, Ubiquitous Computing, USN, IoT, BigData, Embedded System